

PCT/JP2004/016252

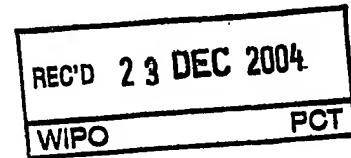
日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

04.11.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年11月 5日  
Date of Application:



出願番号 特願2003-375437  
Application Number:  
[ST. 10/C] : [JP2003-375437]

出願人 大見 忠弘  
Applicant(s): 東京エレクトロン株式会社

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年12月 9日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

八 川

洋

【書類名】 特許願  
【整理番号】 JPP030152  
【提出日】 平成15年11月 5日  
【あて先】 特許庁長官 今井 康夫 殿  
【国際特許分類】 H01L 21/31  
【発明者】  
【住所又は居所】 宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2-1-17-301  
【氏名】 大見 忠弘  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内  
【氏名】 野沢 俊久  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内  
【氏名】 森田 治  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内  
【氏名】 湯浅 珠樹  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内  
【氏名】 小谷 光司  
【特許出願人】  
【識別番号】 000205041  
【氏名又は名称】 大見 忠弘  
【特許出願人】  
【識別番号】 000219967  
【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社  
【代理人】  
【識別番号】 100070150  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 伊東 忠彦  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 002989  
【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲 1  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1

**【書類名】特許請求の範囲****【請求項 1】**

被処理基板を保持する保持台を備えた処理容器と、  
前記処理容器上に、被処理基板に対面するように設けられたマイクロ波アンテナと、  
前記保持台上の被処理基板と前記マイクロ波アンテナとの間に、前記被処理基板に対面  
するように設けられた処理ガス供給部とを備えたプラズマ処理装置であって、  
前記処理ガス供給部は、前記処理容器内に形成されたプラズマを通過させる複数の第1  
の開口部と、処理ガス源に接続可能な処理ガス通路と、前記処理ガス通路に連通した複数  
の第2の開口部と、当該処理ガス供給部を冷却する冷却媒体が流れる冷却媒体通路を備え  
、前記冷却媒体通路には、水蒸気発生源が接続されることを特徴とするプラズマ処理装置  
。

**【請求項 2】**

前記冷却媒体は、SF<sub>6</sub>を含むことを特徴とする請求項1記載のプラズマ処理装置。

**【請求項 3】**

被処理基板を保持する保持台を備えた処理容器と、  
前記処理容器上に、被処理基板に対面するように設けられたマイクロ波アンテナと、  
前記保持台上の被処理基板と前記マイクロ波アンテナとの間に、前記被処理基板に対面  
するように設けられた処理ガス供給部とを備えたプラズマ処理装置であって、  
前記処理ガス供給部は、前記処理容器内に形成されたプラズマを通過させる複数の第1  
の開口部と、処理ガス源に接続可能な処理ガス通路と、前記処理ガス通路に連通した複数  
の第2の開口部と、当該処理ガス供給部を冷却する冷却媒体が流れる冷却媒体通路を備え  
、前記冷却媒体通路には、前記冷却媒体を循環させる冷却媒体循環装置が接続されこと  
を特徴とするプラズマ処理装置。

**【請求項 4】**

前記冷却媒体循環装置は、前記冷却媒体を冷却する冷却手段を有することを特徴とする  
請求項3記載のプラズマ処理装置。

**【請求項 5】**

前記冷却媒体循環装置は、前記処理ガス供給部に設置された温度測定手段により計測さ  
れた温度に基づき、前記冷却媒体による前記処理ガス供給部の冷却量を調整する冷却媒体  
調整手段を有することを特徴とする請求項3または4記載のプラズマ処理装置。

**【請求項 6】**

前記冷却媒体調整手段は、前記冷却媒体の流量を調整する流量調整手段であることを特  
徴とする請求項5記載のプラズマ処理装置。

**【請求項 7】**

前記冷却媒体調整手段は、前記冷却媒体の圧力を調整する圧力調整手段であることを特  
徴とする請求項5記載のプラズマ処理装置。

**【請求項 8】**

前記冷却媒体通路の圧力を0.2～1MPaとしたことを特徴とする請求項7記載の  
プラズマ処理装置。

**【請求項 9】**

前記前記冷却媒体通路には、水蒸気発生源が接続されることを特徴とする請求項3～8  
のうち、いずれか1項記載のプラズマ処理装置。

**【請求項 10】**

前記冷却媒体は、SF<sub>6</sub>を含むことを特徴とする請求項3～9のうち、いずれか1項記  
載のプラズマ処理装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】プラズマ処理装置

【技術分野】

【0001】

本発明は一般にプラズマ処理装置に係わり、特にマイクロ波プラズマ処理装置に関する

。

【0002】

プラズマ処理工程およびプラズマ処理装置は、近年のいわゆるディープサブミクロン素子あるいはディープサブクォーターミクロン素子と呼ばれる0.1 μmに近い、あるいはそれ以下のゲート長を有する超微細化半導体装置の製造や、液晶表示装置を含む高解像度平面表示装置の製造にとって、不可欠の技術である。

【0003】

半導体装置や液晶表示装置の製造に使われるプラズマ処理装置としては、従来より様々なプラズマの励起方式が使われているが、特に平行平板型高周波励起プラズマ処理装置あるいは誘導結合型プラズマ処理装置が一般的である。しかしこれら従来のプラズマ処理装置は、プラズマ形成が不均一であり、電子密度の高い領域が限定されているため大きな処理速度すなわちスループットで被処理基板全面にわたり均一なプロセスを行うのが困難である問題点を有している。この問題は、特に大径の基板を処理する場合に深刻になる。しかもこれら従来のプラズマ処理装置では、電子温度が高いため被処理基板上に形成される半導体素子にダメージが生じ、また処理室壁のスパッタリングによる金属汚染が大きいなど、いくつかの本質的な問題を有している。このため、従来のプラズマ処理装置では、半導体装置や液晶表示装置のさらなる微細化およびさらなる生産性の向上に対する厳しい要求を満たすことが困難になりつつある。

【0004】

一方、従来より直流磁場を用いずにマイクロ波電界により励起された高密度プラズマを使うマイクロ波プラズマ処理装置が提案されている。例えば、均一なマイクロ波を発生するように配列された多数のスロットを有する平面状のアンテナ（ラジアルラインスロットアンテナ）から処理容器内にマイクロ波を放射し、このマイクロ波電界により真空容器内のガスを電離してプラズマを励起させる構成のプラズマ処理装置が提案されている。

【0005】

このような手法で励起されたマイクロ波プラズマではアンテナ直下の広い領域にわたって高いプラズマ密度を実現でき、短時間で均一なプラズマ処理を行うことが可能である。しかもかかる手法で形成されたマイクロ波プラズマではマイクロ波によりプラズマを励起するため電子温度が低く、被処理基板のダメージや金属汚染を回避することができる。さらに大面積基板上にも均一なプラズマを容易に励起できるため、大口径半導体基板を使った半導体装置の製造工程や大型液晶表示装置の製造にも容易に対応できる。

【背景技術】

【0006】

図1 (A), (B) は、かかるラジアルラインスロットアンテナを使った従来のマイクロ波プラズマ処理装置100の構成を示す。ただし図1 (A) はマイクロ波プラズマ処理装置100の断面図を、また図1 (B) はラジアルラインスロットアンテナの構成を示す図である。

【0007】

図1 (A) を参照するに、マイクロ波プラズマ処理装置100は複数の排気ポート116から排気される処理室101を有し、前記処理室101中には被処理基板114を保持する保持台115が形成されている。前記処理室101の均一な排気を実現するため、前記保持台115の周囲にはリング状に空間101Aが形成されており、前記複数の排気ポート116を前記空間101Aに連通するように等間隔で、すなわち被処理基板に対して軸対称に形成することにより、前記処理室101を前記空間101Aおよび排気ポート116を介して均一に排気することができる。

## 【0008】

前記処理室101上には、前記保持台115上の被処理基板114に対応する位置に、前記処理室101の外壁の一部として、低損失誘電体よりなり多数の開口部107を形成された板状のシャワープレート103がシールリング109を介して形成されており、さらに前記シャワープレート103の外側に同じく低損失誘電体よりなるカバープレート102が、別のシールリング108を介して設けられている。

## 【0009】

前記シャワープレート103にはその上面にプラズマガスの通路104が形成されており、前記複数の開口部107の各々は前記プラズマガス通路104に連通するように形成されている。さらに、前記シャワープレート103の内部には、前記処理容器101の外壁に設けられたプラズマガス供給ポート105に連通するプラズマガスの供給通路106が形成されており、前記プラズマガス供給ポート105に供給されたArやKr等のプラズマガスは、前記供給通路106から前記通路104を介して前記開口部107に供給され、前記開口部107から前記処理容器101内部の前記シャワープレート103直下の空間101Bに、実質的に一様な濃度で放出される。

## 【0010】

前記処理容器101上には、さらに前記カバープレート102の外側には図1(B)に示す放射面を有するラジアルラインスロットアンテナ110が設けられている。前記ラジアルラインスロットアンテナ110は外部のマイクロ波源(図示せず)に同軸導波管110Aを介して接続されており、前記マイクロ波源からのマイクロ波により、前記空間101Bに放出されたプラズマガスを励起する。前記カバープレート102とラジアルラインスロットアンテナ110の放射面との間の隙間は大気により充填されている。

## 【0011】

前記ラジアルラインスロットアンテナ110は、前記同軸導波管110Aの外側導波管に接続された平坦なディスク状のアンテナ本体110Bと、前記アンテナ本体110Bの開口部に形成された、図1(B)に示す多数のスロット110aおよびこれに直交する多数のスロット110bを形成された放射板110Cとなりなり、前記アンテナ本体110Bと前記放射板110Cとの間には、厚さが一定の誘電体板よりなる遅相板110Dが挿入されている。

## 【0012】

かかる構成のラジアルラインスロットアンテナ110では、前記同軸導波管110Aから給電されたマイクロ波は、前記ディスク状のアンテナ本体110Bと放射板110Cとの間を、半径方向に広がりながら進行するが、その際に前記遅相板110Dの作用により波長が圧縮される。そこで、このようにして半径方向に進行するマイクロ波の波長に対応して前記スロット110aおよび110bを同心円状に、かつ相互に直交するように形成しておくことにより、円偏波を有する平面波を前記放射板110Cに実質的に垂直な方向に放射することができる。

## 【0013】

かかるラジアルラインスロットアンテナ110を使うことにより、前記シャワープレート103直下の空間101Bに均一な高密度プラズマが形成される。このようにして形成された高密度プラズマは電子温度が低く、そのため被処理基板114にダメージが生じることがなく、また処理容器101の器壁のスパッタリングに起因する金属汚染が生じることもない。

## 【0014】

図1のプラズマ処理装置100では、さらに前記処理容器101中、前記シャワープレート103と被処理基板114との間に、導体よりなる処理ガス供給部111が設置されている。前記処理ガス供給部111は、その内部に、外部の処理ガス源(図示せず)に接続され、前記処理容器101中に形成された処理ガス通路112と連通する処理ガス通路111Bが形成されている。前記処理ガス供給部111には、前記処理ガス通路111Bに連通するガス穴111bが多数形成されており、前記ガス穴111bの各々は、供給さ

れた処理ガスを、前記処理ガス供給部 111 と被処理基板 114 との間の空間 101C に放出する。

【0015】

前記処理ガス供給部 111 には、隣接する複数のガス穴 111b の間に、前記空間 101B において形成されたプラズマを前記空間 101B から前記空間 101C に拡散により、効率よく通過させるような大きさの開口部 111A が形成されている。

【0016】

このように前記処理ガス供給部 111 から前記ガス穴 111b を介して処理ガスを前記空間 101C に放出した場合、放出された処理ガスは前記空間 101B において形成された高密度プラズマにより励起される。

【0017】

しかし、図 1 (A), (B) のプラズマ処理装置 100 では前記処理ガス供給部 111 は高密度プラズマに起因する大量の熱フラックスに曝されるため、温度が上昇してしまう問題点を有している。このため、例えば前記処理ガス供給部に冷媒通路を設けることで、前記処理ガス供給部の温度上昇を抑制することが提案されている。(例えば特許文献 1 参照。)

【特許文献 1】 WO 02/080249 A1 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0018】

しかし、例えば前記処理ガス供給部 111 に冷媒通路を設けて冷却する場合、高密度プラズマに起因する大量の熱フラックスによって処理ガス供給部に入熱する入熱量に対して冷却効率が充分ではなく、処理ガス供給部の温度上昇の抑制が不十分となり、処理ガス供給部の温度が上昇してしまう問題が生じていた。

【0019】

さらに、冷却に用いる冷媒の使用によってプラズマ処理装置のランニングコストが上昇し、プラズマ処理装置の生産性が低下してしまう問題が生じていた。

【0020】

そこで、本発明では上記の問題を解決した、新規で有用なプラズマ処理装置を提供することを課題としている。

【0021】

本発明の具体的な課題は、プラズマ処理装置の処理ガス供給部の冷却効率を向上させ、当該処理ガス供給部の温度上昇を抑制したプラズマ処理装置を提供することである。

【0022】

本発明の別の課題は、プラズマ処理装置の処理ガス供給部の冷却にかかるコストを低減し、プラズマ処理装置のランニングコストを低減することである。

【課題を解決するための手段】

【0023】

本発明は上記の課題を解決するために、

請求項 1 に記載したように、

被処理基板を保持する保持台を備えた処理容器と、

前記処理容器上に、被処理基板に対面するように設けられたマイクロ波アンテナと、

前記保持台上の被処理基板と前記マイクロ波アンテナとの間に、前記被処理基板に対面するように設けられた処理ガス供給部とを備えたプラズマ処理装置であって、

前記処理ガス供給部は、前記処理容器内に形成されたプラズマを通過させる複数の第 1 の開口部と、処理ガス源に接続可能な処理ガス通路と、前記処理ガス通路に連通した複数の第 2 の開口部と、当該処理ガス供給部を冷却する冷却媒体が流れる冷却媒体通路を備え、前記冷却媒体通路には、水蒸気発生源が接続されることを特徴とするプラズマ処理装置により、また、

請求項2に記載したように、  
前記冷却媒体は、SF<sub>6</sub>を含むことを特徴とする請求項1記載のプラズマ処理装置により、また、

請求項3に記載したように、  
被処理基板を保持する保持台を備えた処理容器と、  
前記処理容器上に、被処理基板に対面するように設けられたマイクロ波アンテナと、  
前記保持台上の被処理基板と前記マイクロ波アンテナとの間に、前記被処理基板に対面するように設けられた処理ガス供給部とを備えたプラズマ処理装置であって、

前記処理ガス供給部は、前記処理容器内に形成されたプラズマを通過させる複数の第1の開口部と、処理ガス源に接続可能な処理ガス通路と、前記処理ガス通路に連通した複数の第2の開口部と、当該処理ガス供給部を冷却する冷却媒体が流れる冷却媒体通路を備え、

前記冷却媒体通路には、前記冷却媒体を循環させる冷却媒体循環装置が接続されることを特徴とするプラズマ処理装置により、また、

請求項4に記載したように、  
前記冷却媒体循環装置は、前記冷却媒体を冷却する冷却手段を有することを特徴とする請求項3記載のプラズマ処理装置により、また、

請求項5に記載したように、  
前記冷却媒体循環装置は、前記処理ガス供給部に設置された温度測定手段により計測された温度に基づき、前記冷却媒体による前記処理ガス供給部の冷却量を調整する冷却媒体調整手段を有することを特徴とする請求項3または4記載のプラズマ処理装置により、また、

請求項6に記載したように、  
前記冷却媒体調整手段は、前記冷却媒体の流量を調整する流量調整手段であることを特徴とする請求項5記載のプラズマ処理装置により、また、

請求項7に記載したように、  
前記冷却媒体調整手段は、前記冷却媒体の圧力を調整する圧力調整手段であることを特徴とする請求項5記載のプラズマ処理装置により、また、

請求項8に記載したように、  
前記冷却媒体通路の圧力を0.2～1MPaとしたことを特徴とする請求項7記載のプラズマ処理装置により、また、

請求項9に記載したように、  
前記前記冷却媒体通路には、水蒸気発生源が接続されることを特徴とする請求項3～8のうち、いずれか1項記載のプラズマ処理装置により、また、

請求項10に記載したように、  
前記冷却媒体は、SF<sub>6</sub>を含むことを特徴とする請求項3～9のうち、いずれか1項記載のプラズマ処理装置により、解決する。

#### 【発明の効果】

##### 【0024】

本発明によれば、マイクロ波プラズマを用いたプラズマ処理装置において、プラズマ処理装置の処理ガス供給部の冷却効率を向上させ、当該処理ガス供給部の温度上昇を抑制することが可能になる。

##### 【0025】

また、プラズマ処理装置の処理ガス供給部の冷却にかかるコストを低減し、プラズマ処理装置のランニングコストを低減することが可能となる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

##### 【0026】

次に本発明の実施の形態に関して説明する。

#### 【実施例1】

##### 【0027】

図2は本発明の実施例1によるプラズマ処理装置10の構成を概略的に示したものである。

【0028】

図2を参照するに、前記プラズマ処理装置10は、複数の排気ポート11Dから排気される処理容器11と、前記処理容器11内に設けられ、被処理基板12を静電チャックにより保持する、図示しないヒータが埋設された保持台13とを有する。

【0029】

前記処理容器11は好ましくはA1を含有するオーステナイトステンレス鋼よりなり、内壁面には酸化処理により酸化アルミニウムよりなる保護膜が形成されている。また前記処理容器11の外壁のうち前記被処理基板12に対応する部分にはマイクロ波を透過するマイクロ波透過窓17が設置され、また前記マイクロ波透過窓17と前記処理容器11の間には、プラズマガスを導入するプラズマガス導入リング14が挿入されて、それぞれ前記処理容器11の外壁を画成している。

【0030】

前記マイクロ波透過窓17はその周縁部に段差形状を有し、当該段差形状部が前記プラズマガス導入リング14に設けられた段差形状と係合し、さらにシールリング16Aによって前記処理空間11内の気密が保持される構造となっている。

【0031】

前記プラズマガス導入リングには、ガス導入部43が接続されて、当該ガス導入部43より例えばArなどのプラズマガスが導入され、プラズマガスは前記ガス導入リング14の内部に略環状に形成されたガス溝14B中を拡散する。前記ガス溝14B中のプラズマガスは、前記ガス溝14Bに連通する複数のプラズマガス穴14Cから、後述する処理ガス供給部30と前記マイクロ波透過窓17の間の処理空間11Aに供給される。

【0032】

前記マイクロ波透過窓17上には、前記マイクロ波透過窓17に密接し図3に示す多数のスロット18a, 18bを形成されたディスク状のスロット板18と、前記スロット板18を保持するディスク状のアンテナ本体22と、前記スロット板18と前記アンテナ本体22との間に挟持されたAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>あるいはSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>の低損失誘電体材料となる遅相板19とにより構成されたラジアルラインスロットアンテナ25が設けられている。

【0033】

前記ラジアルスロットラインアンテナ25は前記処理容器11上に前記プラズマガス導入リング14を介して装着されており、前記ラジアルラインスロットアンテナ25には同軸導波管21を介して外部のマイクロ波源(図示せず)より周波数が2.45GHzあるいは8.3GHzのマイクロ波が供給される。

【0034】

供給されたマイクロ波は前記スロット板18上のスロット18a, 18bから前記マイクロ波透過窓17を介して前記処理容器11中に放射され、前記マイクロ波透過窓17直下の空間11Aにおいて、前記プラズマガス穴14Cから供給されたプラズマガス中にプラズマを励起する。

【0035】

前記ラジアルラインスロットアンテナ25と前記プラズマガス導入リングの間はシールリング16Bによって密封されている。

【0036】

前記同軸導波管21のうち、外側の導波管21Aは前記ディスク状のアンテナ本体22に接続され、中心導体21Bは、前記遅波板19に形成された開口部を介して前記スロット板18に接続されている。そこで前記同軸導波管21Aに供給されたマイクロ波は、前記アンテナ本体22とスロット板18との間を径方向に進行しながら、前記スロット18a, 18bより放射される。

【0037】

図3は前記スロット板18上に形成されたスロット18a, 18bを示す。

【0038】

図3を参照するに、前記スロット18aは同心円状に配列されており、各々のスロット18aに対応して、これに直行するスロット18bが同じく同心円状に形成されている。前記スロット18a, 18bは、前記スロット板18の半径方向に、前記遅相板19により圧縮されたマイクロ波の波長に対応した間隔で形成されており、その結果マイクロ波は前記スロット板18から略平面波となって放射される。その際、前記スロット18aおよび18bを相互の直交する関係で形成しているため、このようにして放射されたマイクロ波は、二つの直交する偏波成分を含む円偏波を形成する。

【0039】

さらに図2のプラズマ処理装置10では、前記アンテナ本体22上に、冷却水通路20Aを形成された冷却ブロック20が形成されており、前記冷却ブロック20を前記冷却水通路20A中の冷却水により冷却することにより、前記マイクロ波透過窓17に蓄積された熱を、前記ラジアルラインスロットアンテナ25を介して吸収する。

【0040】

本実施例によるプラズマ処理装置10では、前記処理容器11中、前記マイクロ波透過窓17と前記保持台13上の被処理基板12との間に、前記被処理基板に対面するよう、導体からなる処理ガス導入部30が、前記処理容器11の外壁の一部に保持されるようにして設置されている。

【0041】

前記処理ガス供給部30では、処理ガスが導入される処理ガス通路34が内部に形成された、格子状のガス拡散部31が設けられ、当該ガス拡散部31の間には、例えば略正方形の穴部32が形成されている。前記ガス拡散部31の内部には、処理ガスが導入され、格子状の前記処理ガス通路34を処理ガスが拡散する構造になっている。前記処理ガス供給部30は、例えばMgを含んだAl合金やAl添加ステンレススチール等の導電体より構成される。

【0042】

前記ガス拡散部31には、前記処理ガス通路34から、前記処理ガス供給部30と被処理基板12の間の空間11Bに連通するガス穴34Aが多数形成されている。前記ガス穴34Aの各々は、前記処理ガス通路34に供給された処理ガスを、前記空間11Bに放出する。

【0043】

前記穴部32は、前記空間11Aにおいて形成されたプラズマを前記空間11Aから前記空間11Bに拡散により、効率よく通過させるような大きさであり、前記ガス穴34Aから処理ガスを前記空間11Bに放出した場合、放出された処理ガスは前記空間11Aにおいて形成された高密度プラズマにより励起され、前記被処理基板12上に、一様なプラズマ処理が、効率的かつ高速に、しかも基板および基板上の素子構造を損傷させることなく、また基板を汚染することなく行われる。一方前記ラジアルラインスロットアンテナ25から放射されたマイクロ波は、導体よりなる前記処理ガス供給部30により阻止され、被処理基板12を損傷させることはない。

【0044】

前記処理ガス通路には、前記処理容器11内に設けられた処理ガス通路11cを介して処理ガスが導入される。また、前記処理ガス通路11cは、前記プラズマガスリング14内に設けられた処理ガス通路14cに連通し、当該処理ガス通路14cは、処理ガス導入部42を介して処理ガス供給源(図示せず)に接続され、処理ガスG1が供給される構造になっている。

【0045】

本実施例に示すプラズマ処理装置10の場合、前記空間11Aで形成される、マイクロ波を用いた高密度プラズマに起因する大量の熱フラックスが前記処理ガス供給部30に導入される構造となっている。そこで、本実施例では、前記処理ガス供給部30を冷却する

冷却媒体通路33を設けて、当該処理ガス30の温度上昇を抑制している。

【0046】

前記処理ガス供給部30には、前記処理ガス拡散部31の内部に、当該処理ガス供給部30を冷却する、冷却媒体C2が流れる冷却媒体通路33が形成されている。

【0047】

前記冷却媒体C2は、前記処理容器11内に設けられた冷却媒体通路11aを介して前記冷却媒体通路33に導入される。また、前記冷却媒体通路11aは、前記プラズマガスリング14内に設けられた冷却媒体通路14aに連通し、当該冷却媒体通路14aには、冷却媒体混合器40が接続されて、当該冷却媒体混合器40から冷却媒体C2を当該冷却媒体通路33に供給する構造になっている。

【0048】

前記冷却媒体混合器40は、混合部44と水蒸気発生源45からなる。前記混合部44には、図示しない冷却ガス源に接続された、冷却ガス導入口41Aが接続され、冷却ガスC1が供給される。

【0049】

前記水蒸気発生源45には、図示しないH<sub>2</sub>O供給源に接続された、H<sub>2</sub>O導入口45Aが接続されて、前記水蒸気発生源45にH<sub>2</sub>Oが供給される。前記水蒸気発生源45では、例えば加熱することにより供給されるH<sub>2</sub>Oを気相状態とし、または超音波などにより、供給されるH<sub>2</sub>Oを霧状として（以降文中これらのH<sub>2</sub>Oをいずれも水蒸気と記述する）前記混合器44に供給する。

【0050】

前記混合器44では水蒸気と前記冷却ガスC1を混合することにより、冷却媒体C2を生成して前記処理ガス供給部30の冷却媒体通路33に供給する。このように、本実施例では、処理ガス供給部30を冷却する場合に、冷却ガスに水蒸気を混合した冷却媒体を用いることで、例えば冷却媒体に気体を用いた場合に比べて冷却効率を向上させることができとなり、処理ガス供給部30を効率的に冷却して温度上昇を抑制することが可能となっている。

【0051】

本実施例による、冷却ガスC1に水蒸気を添加した冷却媒体C2を用いて冷却することで、水蒸気を用いない場合に比べて冷却効率が向上することが確認され、例えばマイクロ波を3kW導入した場合で、冷却ガスに空気を501/m in用いた場合、水蒸気を添加しない場合に比べて、水蒸気を添加した場合には前記処理ガス供給部の温度が25%低下した効果が確認された。

【0052】

例えば、プラズマガスにAr、処理ガスにC<sub>5</sub>F<sub>8</sub>などのフロロカーバン系のガスを用いて、前記被処理基板にフッ素添加カーボン膜（C<sub>x</sub>F<sub>y</sub>膜と表記する場合もある、以下文中CF膜と表記する）を形成する場合、マイクロ波を、例えば2~3kW導入する。

【0053】

この場合、前記基板保持台13をヒータにより300℃~400℃程度に加熱することにより、前記被処理基板12を300℃~400℃程度に保持する。また、前記ラジアルラインスロットアンテナ25は、前記冷却水通路20Aによって前記冷却ブロック20を介して冷却されるため、100℃程度に維持される。

【0054】

この場合、前記処理ガス供給部30には、前記保持体13および被処理基板12から輻射により熱が供給され、またマイクロ波プラズマが励起されることで発生する熱がさらに供給されるために、大量の熱が供給されることになる。そのため、前記処理ガス供給部30を冷却するためには、効率よい冷却を行って冷却量を大きくすることが好ましい。

【0055】

本実施例では、冷却ガスに水蒸気を混合した冷却媒体を用いているため、冷却効率が向上し、上記の条件下においても前記処理ガス供給部の温度を、100℃~200℃程度に

保持することが可能となっている。

【0056】

例えば前記処理ガス供給部30を、A1またはA1合金を用いて構成する場合には、当該処理ガス供給部30の温度が200℃以上となると、処理ガス供給部の変形など熱による問題が生じる可能性があるため、当該処理ガス供給部30の温度は200℃以下にすることが好ましい。

【0057】

また、例えばCF膜の成膜処理によって前記処理ガス30に膜が付着した場合、マイクロ波プラズマによるプラズマクリーニングによって除去する方法があるが、クリーニング速度（CF膜がエッチングされる速度）は、CF膜の温度、すなわち当該処理ガス供給部の温度に略依存する。例えばクリーニングガスにO<sub>2</sub>やH<sub>2</sub>を用いたCF膜のプラズマクリーニングを行う場合、クリーニング速度を向上させるために、処理ガス供給部30の温度は100℃以上とすることが好ましい。

【0058】

また、例えば冷却媒体に液体を用いた場合、上記の理由から当該冷却媒体を100～200℃程度に維持するためには高価な設備が必要となり、また100℃以上の液体を導入する場合には、当該液体を導入する配管設備などの安全を確保することが困難な場合があり、設備が高価で複雑になることは避けられない。

【0059】

そこで、本実施例では、冷却ガスと水蒸気を混合することで、単純な構造で容易に処理ガス供給部の冷却効率を向上させることを可能としている。そのため、処理ガス供給部の冷却にかかるコストを抑制することが可能となる。

【0060】

このようにして、処理ガス供給部30を冷却した冷却媒体は、前記処理容器11内に形成された冷却媒体通路11bから、前記プラズマガスリング14内に形成された冷却媒体通路14bを介して、冷却媒体排出ライン41Bより排出される構造になっている。

【0061】

また、プラズマガスリング14に形成された、前記ガス溝14Bと、前記冷却媒体通路14a, 14bは、連通しない構造としている。

【0062】

また、本実施例では、前記冷却媒体通路33を流れる冷却媒体の冷却効率を上げるために、冷却媒体が乱流状態となりやすいよう、冷却ガスC1として動粘度が小さいSF<sub>6</sub>を用いている。SF<sub>6</sub>は動粘度が小さいため、低流量で乱流が発生する条件となる。

【0063】

また、冷却ガスは、SF<sub>6</sub>のほかにも、例えばAr、He、N<sub>2</sub>、空気などを用いることが可能である。

【0064】

また、前記処理ガス供給部30に、図示しない処理ガス供給部可動手段を取り付けることで当該処理ガス供給部30の位置を変更することもできる。例えば、前記処理ガス供給部30を、前記マイクロ波透過窓17に近づく方向、または遠ざかる方向に平行に移動させることによって、前記マイクロ波透過窓17と当該処理ガス供給部30の距離L1または被処理基板と当該処理ガス供給部30の距離L2を最適化することが可能となる。また、前記距離L2を変更する場合には、前記保持台13を可動させてもよい。

【0065】

その場合、例えば前記空間11Aに励起されるマイクロ波プラズマの状態を最適化することが可能となり、また空間11Bへの処理ガスの供給状態を最適化して、基板処理を最適化することが可能となる効果を奏する。

【実施例2】

【0066】

次に、図2に示した前記処理ガス供給部30の詳細について示す。図4 (A), (B)

は、それぞれ図2に示した処理ガス供給部30のX-X断面、Y-Y断面を示したものである。ただし図中、先に説明した部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

#### 【0067】

まず図4(A)を参照するに、前記処理ガス供給部30は、前記処理ガス拡散部31が格子上に形成されており、当該処理ガス拡散部31の内部には、前記処理ガス通路34が形成されている。また、処理ガス拡散部と、当該処理ガス拡散部に隣接する処理ガス拡散部の間にはプラズマガスや、励起されたプラズマが通過する穴部32が形成されている。

#### 【0068】

また、前記処理ガス供給部30には、取り付け部30Aおよび30Bが設けられ、当該取り付け部30Aおよび30Bによって前記処理ガス供給部30は、前記処理容器11に取り付けられる構造になっている。

#### 【0069】

前記取り付け部30Aおよび30Bには、それぞれ処理ガス導入口34Bが設けられており、当該処理ガス導入口34Bから処理ガスが前記処理ガス通路34に導入される構造になっている。また、前記処理ガス導入口34Bは、前記処理ガス通路11cに連通する構造になっている。なお、この連通する構造は図2では図示を省略している。

#### 【0070】

次に、図4(B)を参照するに、冷却媒体は前記取り付け部30Aに設けられた冷却媒体導入口33Aから導入され、前記取り付け部30Aの側から前記取り付け部30Bの側に向かって流れ、さらに当該取り付け部30Bの側で反転するようにして、冷却媒体はさらに当該取り付け部30Aの方向に向かって流れるように、前記処理ガス拡散部31中に冷却媒体通路33が形成されている。前記冷却媒体通路33に導入された冷却媒体は前記取り付け部30Aに設けられた冷却媒体排出口33Bより排出される構造になっている。

#### 【0071】

前記冷却媒体導入口33Aは、前記処理容器11内に形成された前記冷却媒体通路11aに接続される構造になっている。また、前記冷却媒体排出口は、前記冷却媒体通路11bに接続される構造になっている。本図では冷却媒体排出口を、前記取り付け部30Aの側に形成したが、これを前記取り付け部30Bの側に形成してもよく、また、取り付け部30Aおよび30Bの両側に形成することも可能であり、必要に応じて任意に変更することが可能である。同様に冷却媒体導入口を形成する位置も、任意に変更することが可能である。

#### 【実施例3】

##### 【0072】

次に、図5(A)～(B)に、前記処理ガス供給部30を製造する方法の概要を、手順を追って示す。ただし図中、先に説明した部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

##### 【0073】

まず、図5(A)に示す工程において、平板上の、例えばA1合金からなるプレート30'に、冷却媒体通路33と処理ガス通路34の加工を施す。

##### 【0074】

冷却媒体33と処理ガス通路34の加工は、ガンドリル(切削方向に延伸した長さが、通常のドリルより長いもの)を用いて加工を行うと、長い穴形状を加工する場合に好適である。

##### 【0075】

次に、図5(B)に示す工程において、前記穴部32の加工を行って、プラズマやガスの通路となる穴部を形成すると共に、格子状の、処理ガス拡散部31の形成を行う。さらに、処理ガス拡散部に、図2に示した前記ガス穴34Aの加工を行う。

##### 【0076】

次に、図5(C)に示す工程において、前記プレート30'を略円板上に切り出し、切り出した略円板状のプレートを、ドーナツ状の周縁部品30'に嵌合させ、接合部分に

電子ビーム溶接加工を施す。さらに前記取り付け部30A、30Bを溶接し、必要に応じて洗浄を行って処理ガス供給部30とする。

【0077】

従来は、例えば処理ガス通路や冷却媒体通路を形成する場合に、溝状の加工をした部品と、当該部品の蓋部を溶接して形成するなどの方法がとられていたが、この場合、加工工程が複雑になり、製造コストが増大する問題点を有していた。また、処理ガス通路や冷却媒体通路にガスや媒体が滞留する微小な隙間（滞留空間）が形成されてしまう問題が避けられなかつた。

【0078】

本実施例では、ガンドリルを用いて冷却媒体通路と処理ガス通路を形成しているため、加工が容易になり、製造コストを低減することが可能となっている。また、処理ガス通路や冷却媒体通路で滞留空間が形成されることを防止し、効率的に冷却媒体や処理ガスを供給することが可能となる。

【実施例4】

【0079】

また、前記処理ガス供給部30は、100～200℃の温度を維持することが好ましいため、前記処理容器11とは熱抵抗を大きくした構造、すなわち断熱構造とすることが好ましい。そこで、前記プラズマ処理装置10では、前記処理ガス供給部30が取り付けられた部分を、図6に示すように変更して用いることが可能である。

【0080】

図6は、前記処理ガス供給部30が取り付けられた前記処理容器11の構造を拡大して模式的に示した断面図である。ただし図中、先に説明した部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

【0081】

図6を参照するに、前記処理ガス供給部30は、断熱部品30aと断熱部品30bを介して前記処理容器11に取り付けられる構造となっている。このため、前記処理ガス供給部30と前記処理容器11の間で熱抵抗が大きくなり、当該処理ガス供給部を100℃～200℃に維持することが容易となる。

【0082】

また、前記断熱部品30a、30bの材料は、例えば、セラミック（Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、AlN、SiCなど）、また耐熱性を有する樹脂材料（ポリイミドなど）を用いることが可能である。

【実施例5】

【0083】

次に、前記プラズマ処理装置10の別の変形例であるプラズマ処理装置10Aを概略的に示したものと、図7に示す。ただし図中、先に説明した部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

【0084】

本実施例では、前記処理ガス供給部から排出される冷却媒体を再び当該処理ガス供給部に還流する冷却媒体循環装置50が用いられている。前記冷却媒体循環装置50は、冷却媒体ライン51、冷却手段52、圧縮ポンプ53、リザーブタンク54および冷却媒体調整手段55を有している。

【0085】

前記冷却媒体ライン51は、前記冷却媒体通路14aと冷却媒体通路14bに接続され、前記処理ガス供給部30から排出された冷却媒体が、当該冷却媒体ライン51によって当該処理ガス供給部30に還流される構造になっている。

【0086】

前記冷却媒体ライン51には、圧縮ポンプ53が設置されて冷却媒体を循環させることを可能としており、さらに圧縮ポンプ53と処理ガス供給部30の間には、リザーブタンク54が設けられている。

## 【0087】

前記リザーブタンク54には、圧縮された冷却媒体が保持され、前記処理ガス供給部30に導入される冷却媒体の流量または圧力の変動量が抑制されるため、処理ガス供給部30に導入される冷却媒体の流量または圧力が安定する。

## 【0088】

また、前記冷却媒体ラインには、冷却手段52が設置されている。前記冷却手段52は、例えば循環水ライン52aが接続され、循環水によって前記冷却媒体ライン51を流れる冷却媒体を冷却する。

## 【0089】

本実施例によれば、冷却媒体を循環して用いているため、例えばSF<sub>6</sub>などの冷却ガスを循環して用いることが可能となり、冷却ガスを外気に放出する場合と比較して装置のランニングコストが低減されると共に、冷却ガスを放出することによる、環境に与える影響を抑制できる。

## 【0090】

また、前記冷却手段52を設けたことで冷却ガスの温度を低くし、冷却媒体の冷却効率を向上させることができになっている。

## 【0091】

また、本実施例では、さらに冷却媒体ライン51に、冷却媒体調整手段55を設けて、冷却媒体による処理ガス供給部の冷却量を調整することを可能としている。前記冷却媒体調整手段55は、例えば質量流量コントローラなどの流量調整手段からなり、前記処理ガス供給部30に導入する冷却媒体の流量を調整することによって、冷却媒体による冷却量を調整することが可能になっている。前記冷却媒体調整手段55は、制御装置56によって制御されている。前記制御装置56には、前記処理ガス供給部30に設置された温度測定手段57によって計測された温度データが配線部57aを介して送られる。前記制御装置56は、当該温度データに応じて前記冷却媒体調整手段55を制御し、冷却媒体の流量が調整される機構になっている。

## 【0092】

例えば、前記処理ガス供給部30の温度が上昇した場合、前記温度測定手段57によって測定された温度データに基づき、制御装置56が前記冷却媒体調整手段55を制御して冷却媒体の流量を増大させるため、前記処理ガス供給部30の温度上昇が抑制される。

## 【0093】

同様に、記処理ガス供給部30の温度が下降した場合、前記温度測定手段57によって測定された温度データに基づき、制御装置56が前記冷却媒体調整手段55を制御して冷却媒体の流量を減少させるため、前記処理ガス供給部30の温度の下降が抑制される。

## 【0094】

このようにして、本実施例では、前記処理ガス供給部30の温度が、例えば100℃～200℃の領域に保持することが可能くなっている。

## 【0095】

また、前記冷却媒体調整手段55は、流量調整手段に限定されるものではなく、例えばコンダクタンス可変バルブなどの圧力調整手段を用いることも可能であり、流量調整手段と同様の効果を有する。

## 【0096】

すなわち、前記温度測定手段57による温度測定データに応じて前記制御装置56が圧力調整手段を制御し、前記冷却媒体通路33の圧力を制御して前記処理ガス供給部30の冷却量を制御して、処理ガス供給部の温度を制御する。この場合、前記冷却媒体通路33の圧力が高いほど冷却媒体の冷却効率が向上する。前記冷却媒体通路33の圧力は冷却量を維持するために、0.2～1MPaとするのが好ましい。

## 【実施例6】

## 【0097】

図7に示した実施例5では、前記冷却手段52によって冷却媒体（冷却ガス）を冷却し  
出証特2004-3112512

ているため、図2のプラズマ処理装置10における冷却媒体混合器40を省略した構造となっている。ここで、次に図8に示すように、前記プラズマ処理装置10Aに、さらに図2に示した前記冷却媒体混合器40を用いることで、さらに冷却効率を向上させることが可能になる。

#### 【0098】

図8は、図7に示したプラズマ処理装置10Aの変形例であるプラズマ処理装置10Bを概略的に示した図である。ただし図中、先に説明した部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

#### 【0099】

図8を参照するに、本図に示すプラズマ処理装置10Bでは、前記プラズマ処理装置10Aに、前記冷却媒体混合器40を追加した構造になっている。そのため、本実施例では、実施例1に記載したプラズマ処理装置10の場合と同様の効果を奏し、例えば冷却効率が向上するとともに、さらに実施例5に記載のプラズマ処理装置10Aと同様の効果を奏し、例えば装置のランニングコストを低減させる効果を奏する。

#### 【0100】

また、冷却媒体混合器40と、冷却手段52を組み合わせて用いることで、さらに冷却効率が向上し、処理ガス30の温度上昇を抑制する効果がさらに顕著になり、温度の安定性が向上する。

#### 【0101】

また、冷却手段52の冷却方法は冷却水によるものに限定されず、例えばヒートポンプなどの熱交換手段、または他の冷却媒体による冷却など様々な方法を用いることが可能である。

#### 【0102】

また、冷却媒体通路の形状や形成方法は、本実施例に示した形状に限定されるものではなく、必要となる冷却量に応じて、また装置の設計上の必要事項に応じて様々な変形・変更して用いることが可能である。

#### 【0103】

以上、本発明を好ましい実施例について説明したが、本発明は上記の特定の実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載した要旨内において様々な変形・変更が可能である。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0104】

本発明によれば、マイクロ波プラズマを用いたプラズマ処理装置において、プラズマ処理装置の処理ガス供給部の冷却効率を向上させ、当該処理ガス供給部の温度上昇を抑制することが可能になる。

#### 【0105】

また、プラズマ処理装置の処理ガス供給部の冷却にかかるコストを低減し、プラズマ処理装置のランニングコストを低減することが可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0106】

【図1】 (A), (B) は、従来のラジアルラインスロットアンテナを使ったマイクロ波プラズマ処理装置の構成を示す図である。

【図2】 本発明の実施例1によるマイクロ波プラズマ処理装置の構成を示す図である。

【図3】 図2のプラズマ処理装置に用いられるスロット板を示す平面図である。

【図4】 (A) は、図2のプラズマ処理装置に用いられる処理ガス供給部の断面図(その1)であり、(B) は図2のプラズマ処理装置に用いられる処理ガス供給部の断面図(その2)である。

【図5】 (A) ~ (C) は、図4の処理ガス供給部の製造方法を手順を追って示した図である。

【図6】図2のプラズマ処理装置の変形例を示す図（その1）である。

【図7】図2のプラズマ処理装置の変形例を示す図（その2）である。

【図8】図7のプラズマ処理装置の変形例を示す図である。

【符号の説明】

【0107】

10, 10A, 10B, 100 プラズマ処理装置

11 処理容器

11a, 11b 冷却媒体通路

11c 処理ガス通路

116, 11D 排気ポート

11A, 11B 空間

12, 114 被処理基板

13, 115 保持台

14 プラズマガスリング

14B ガス溝

14C ガス穴

14a, 14b 冷却媒体通路

14c 処理ガス通路

16A, 16B シールリング

17 マイクロ波透過窓

18 スロット板

18a, 18b スロット開口部

19 遅波板

20 冷却プロック

20A 冷却水通路

21 同軸導波管

21A 外側導波管

21B 内側導波管

22 アンテナ本体

25 ラジアルラインスロットアンテナ

30 処理ガス供給部

30a, 30b 断熱材

30A, 30B 取り付け部

31 処理ガス拡散部

32 穴部

33 冷却媒体通路

33A 冷却媒体導入口

33B 冷却媒体排出口

34 処理ガス通路

34A ガス穴

34B 処理ガス導入口

40 冷却媒体混合器

41A 冷却ガス導入口

41B 冷却ガス排出口

42 処理ガス導入口

43 プラズマガス導入口

44 混合部

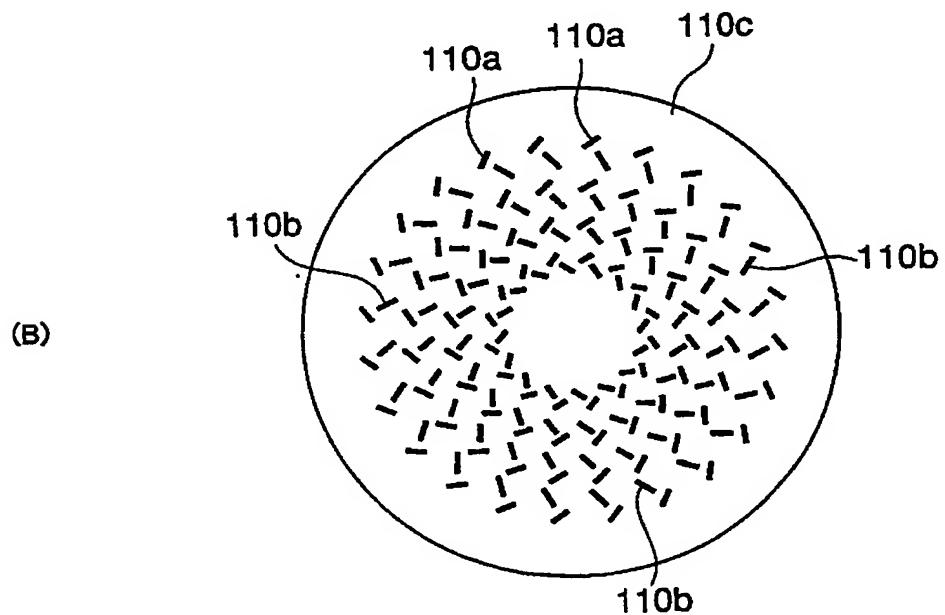
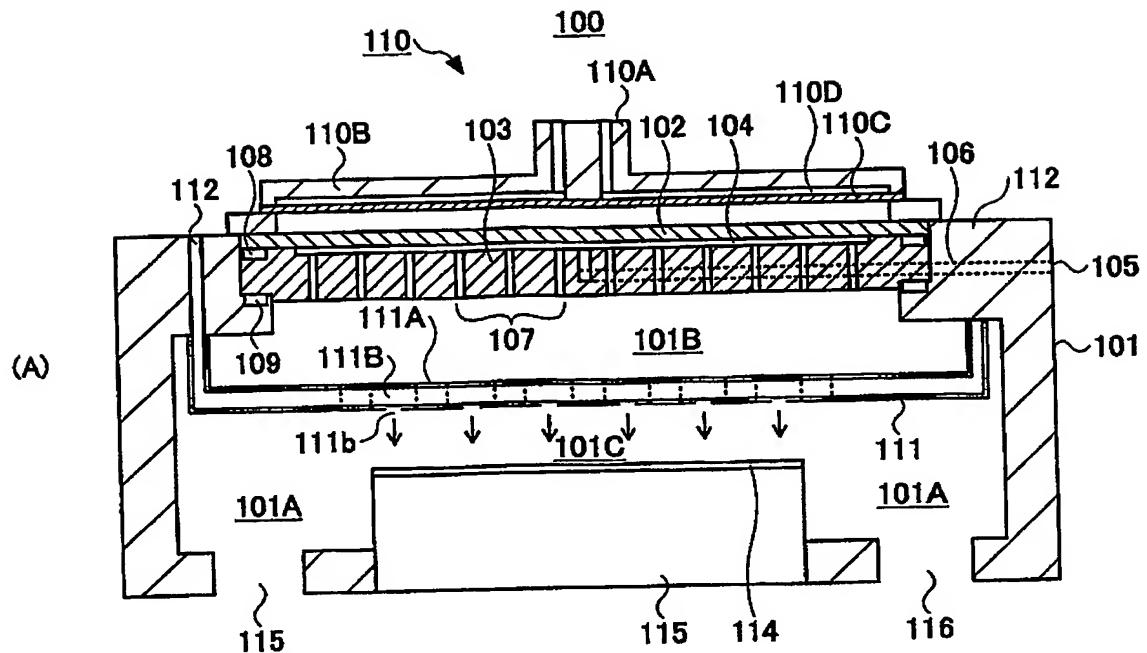
45 水蒸気発生源

45A H<sub>2</sub>O導入口

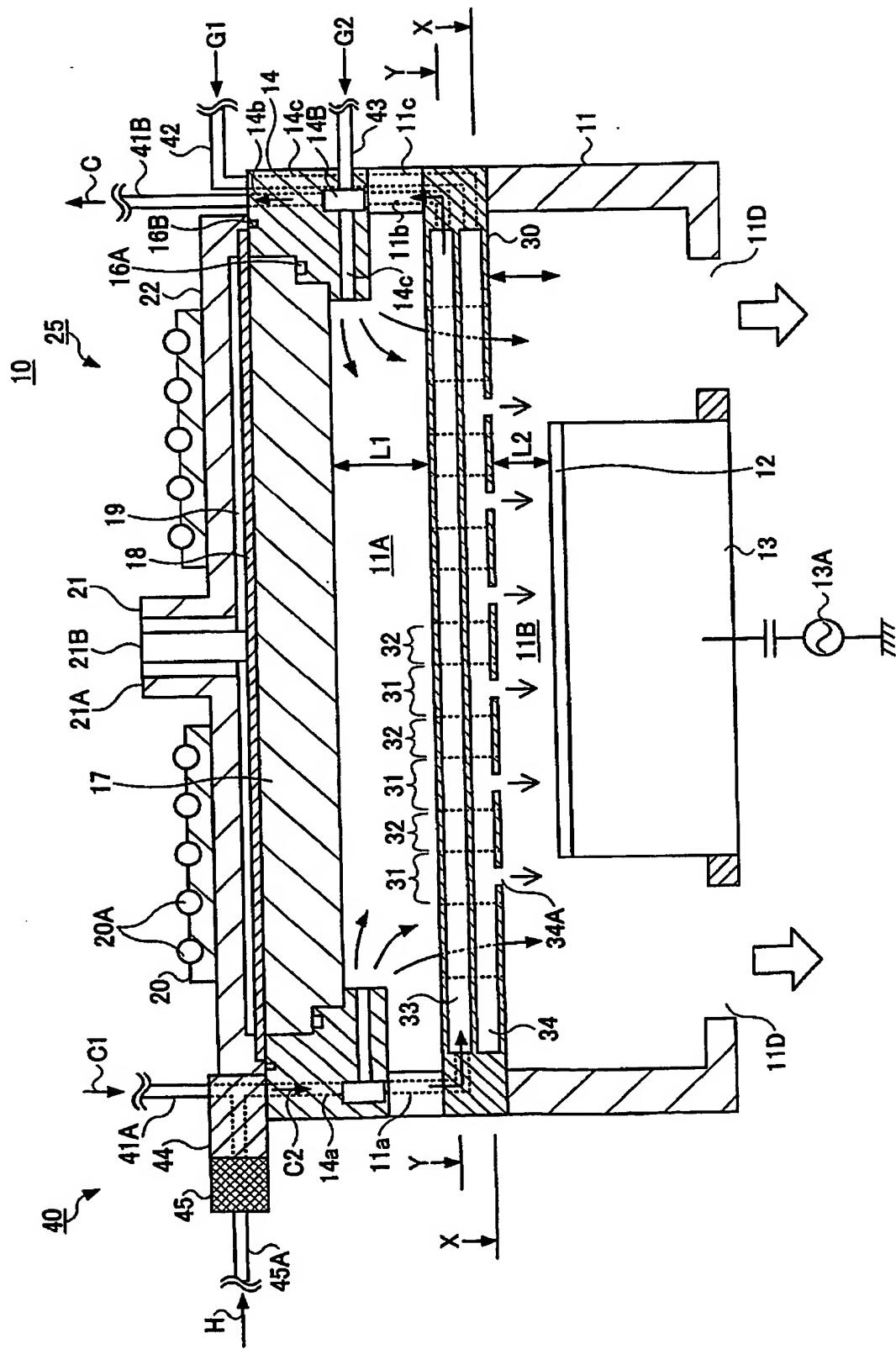
50 冷却媒体循環装置

- 5 1 冷却媒体ライン
- 5 2 冷却手段
- 5 2 a 循環水路
- 5 3 圧縮ポンプ
- 5 4 リザーブタンク
- 5 5 冷却媒体調整手段
- 5 6 制御装置
- 5 7 温度測定手段
- 5 7 a 配線部

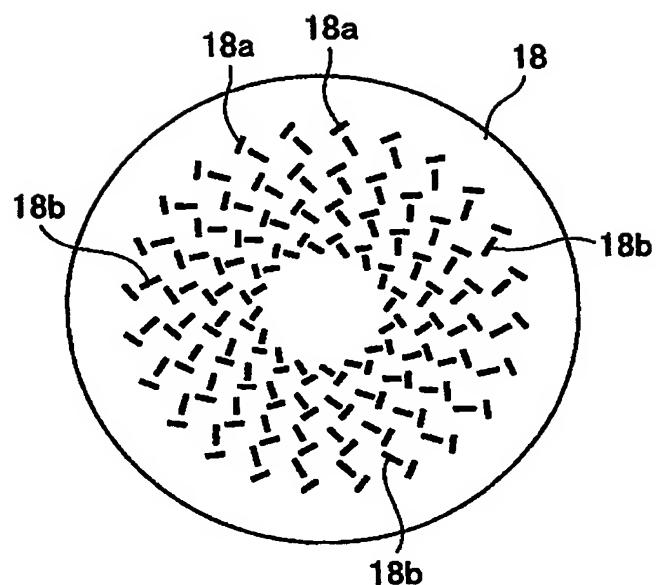
【書類名】 図面  
【図1】



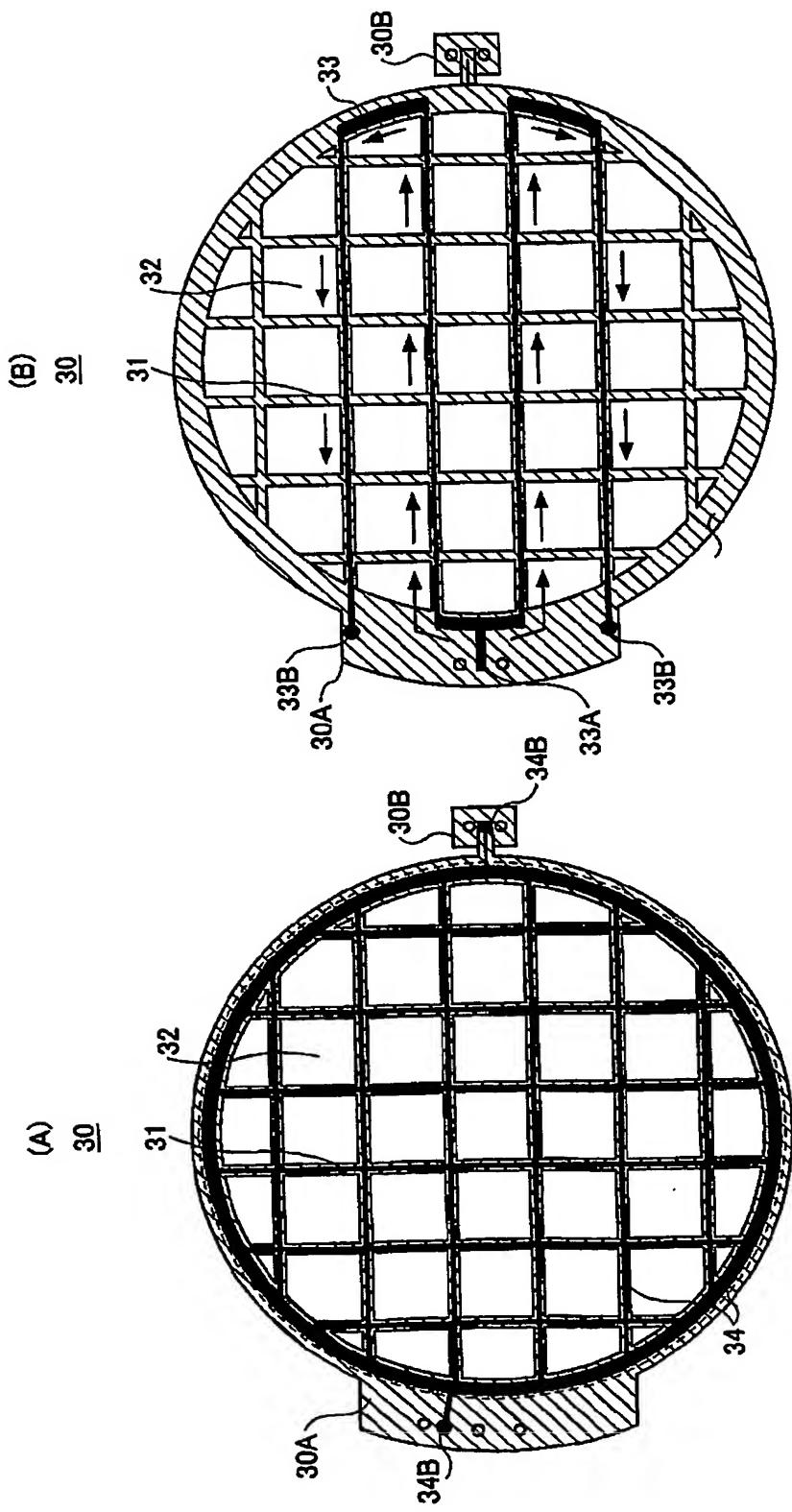
【図2】



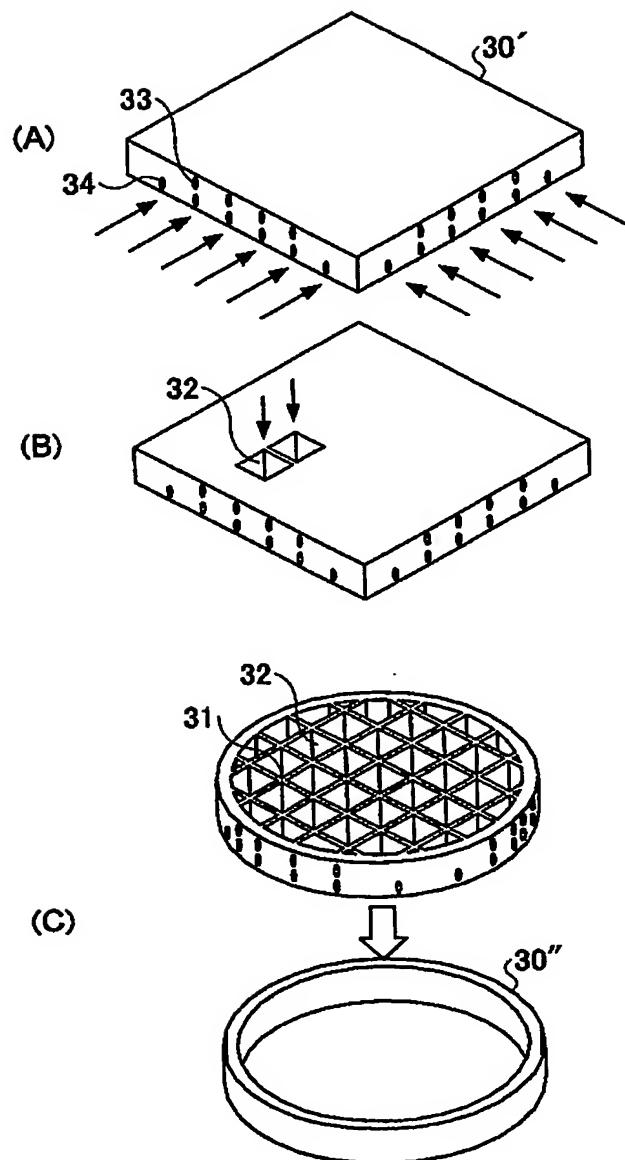
【図3】



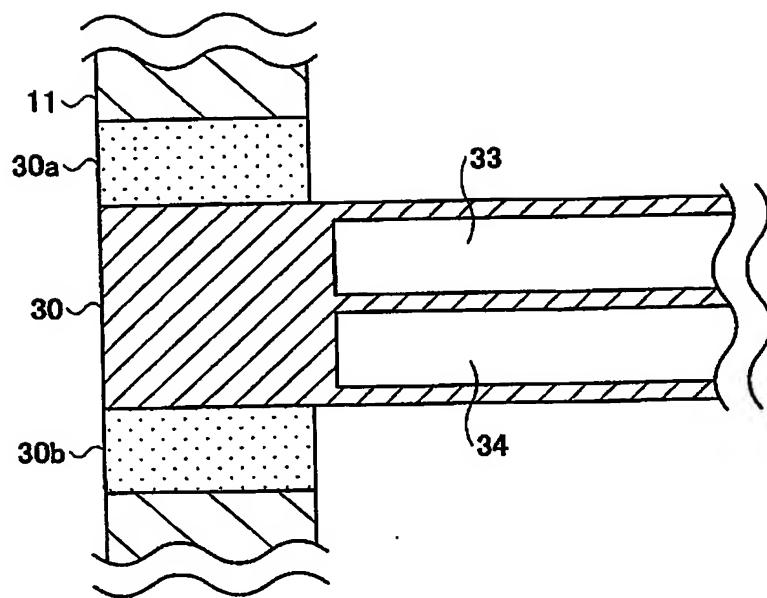
【図4】



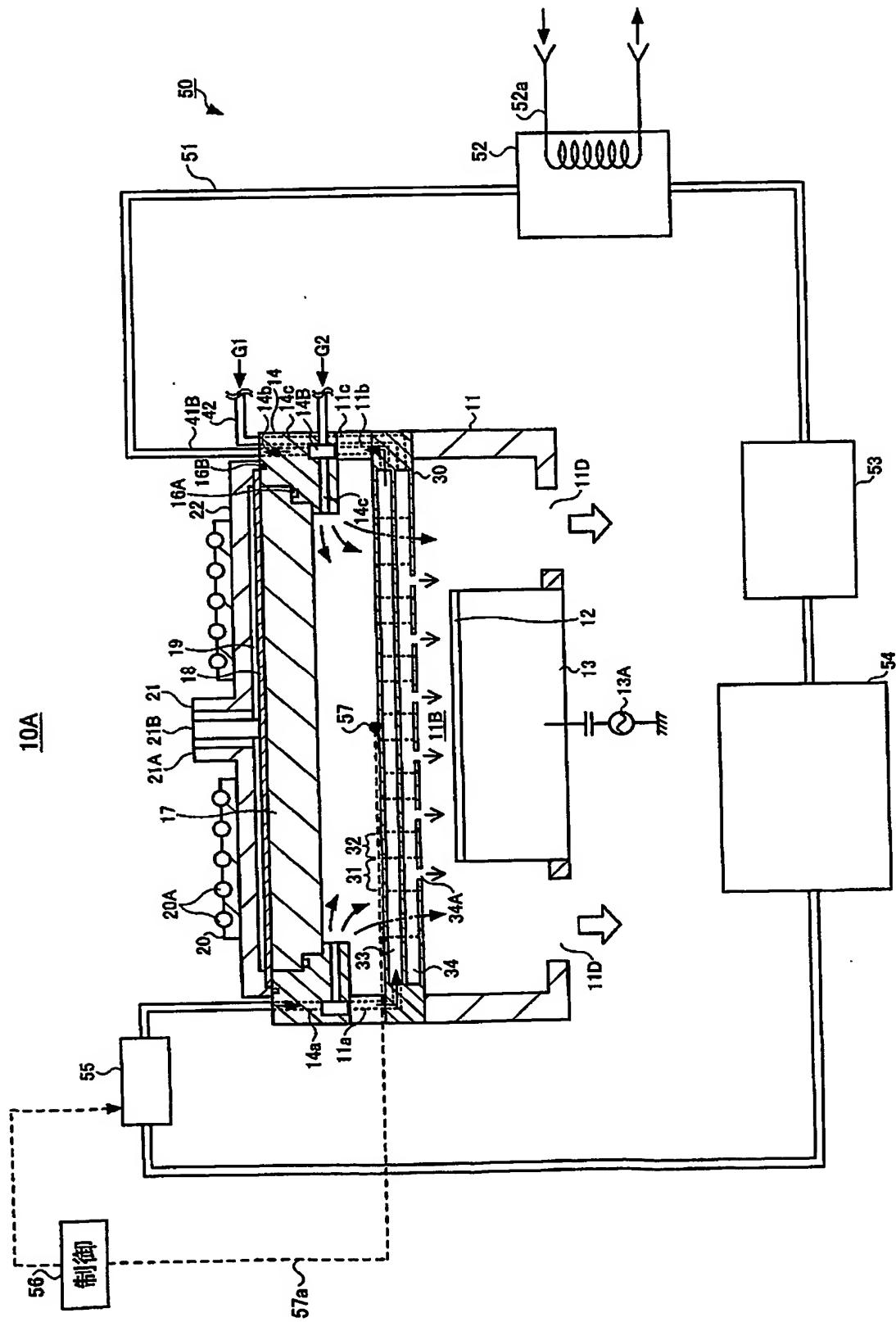
【図5】



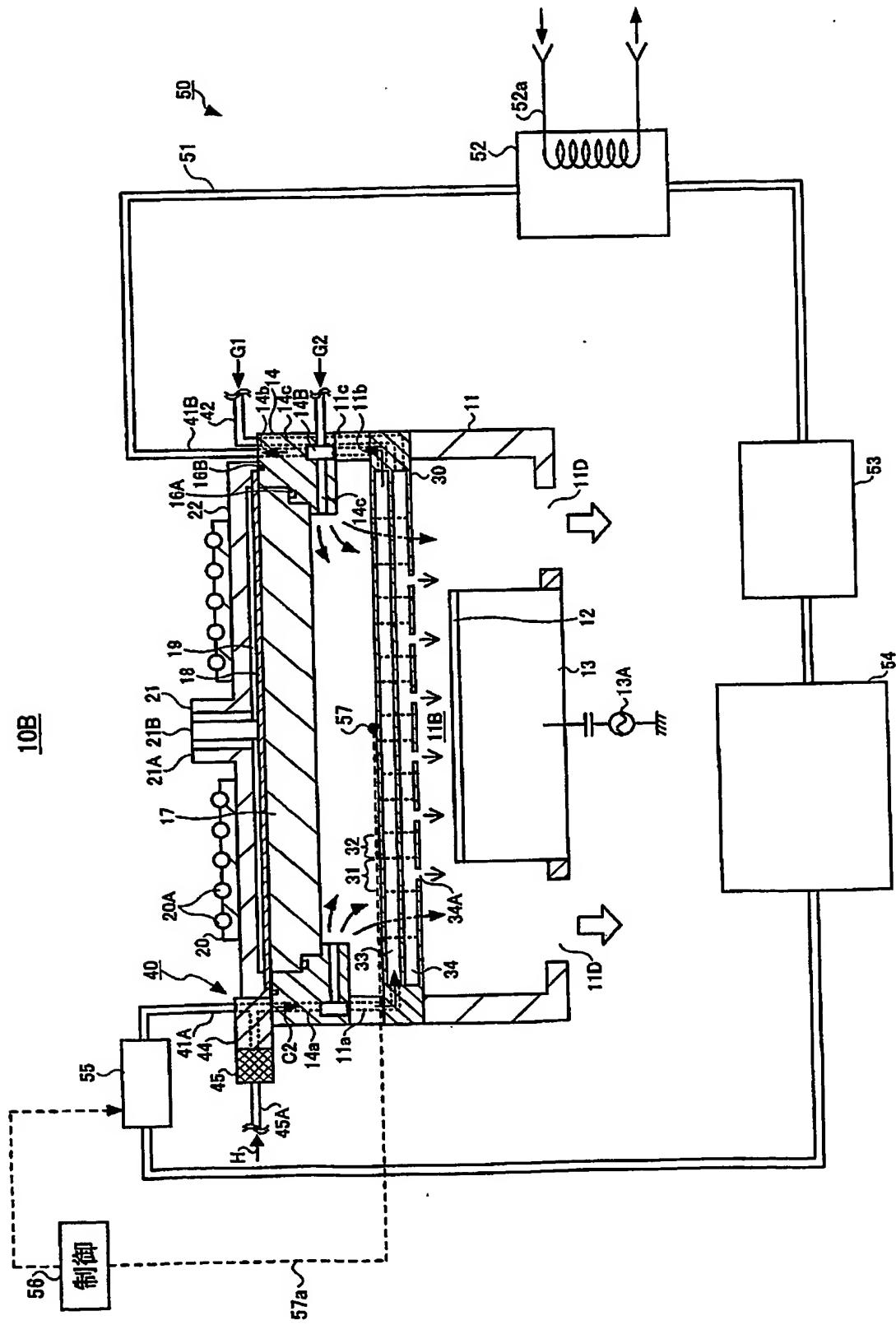
【図6】



【図7】



【図8】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 プラズマ処理装置の処理ガス供給部の冷却効率を向上させ、当該処理ガス供給部の温度上昇を抑制したプラズマ処理装置を提供する。

【解決手段】 被処理基板を保持する保持台を備えた処理容器と、前記処理容器上に、被処理基板に対面するように設けられたマイクロ波アンテナと、前記保持台の被処理基板と前記マイクロ波アンテナとの間に、前記被処理基板に対面するように設けられた処理ガス供給部とを備えたプラズマ処理装置であって、前記処理ガス供給部は、前記処理容器内に形成されたプラズマを通過させる複数の第1の開口部と、処理ガス源に接続可能な処理ガス通路と、前記処理ガス通路に連通した複数の第2の開口部と、当該処理ガス供給部を冷却する冷却媒体が流れる冷却媒体通路を備え、前記冷却媒体通路には、水蒸気発生源が接続されることを特徴とするプラズマ処理装置を用いた。

【選択図】 図2

特願 2003-375437

出願人履歴情報

識別番号 [000205041]

1. 変更年月日 1990年 8月27日

[変更理由] 新規登録

住所 宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2-1-17-301  
氏名 大見 忠弘

特願 2003-375437

出願人履歴情報

識別番号 [000219967]

1. 変更年月日 2003年 4月 2日

[変更理由] 住所変更

住所 東京都港区赤坂五丁目3番6号  
氏名 東京エレクトロン株式会社